

GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL

BIPOLO GRAÇA ARANHA-SILVÂNIA: BENEFÍCIOS DA SOLUÇÃO DE PLANEJAMENTO E SEUS IMPACTOS NA OPERAÇÃO FUTURA DO SISTEMA ELÉTRICO

TIAGO CAMPOS RIZZOTTO(1); THAÍS PACHECO TEIXEIRA(1); RODRIGO RODRIGUES CABRAL(1)
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA(1)

RESUMO

As regiões Norte e Nordeste do Brasil crescem há décadas em sua vocação exportadora de energia elétrica renovável. Para permitir o melhor aproveitamento dessas fontes energia, que são majoritariamente não controláveis, o planejamento da transmissão tem utilizado tecnologias em corrente contínua e alternada. Uma destas expansões é o futuro elo de corrente contínua Graça Aranha-Silvânia com tensão ± 800 kVcc e potência de 5 GW, sendo o de maior capacidade no continente americano. Neste trabalho são apresentadas suas características singulares quanto aos benefícios sistêmicos e complexidade dos cenários operativos.

PALAVRAS-CHAVE

Planejamento da Transmissão, *loop flow*, otimização, HVDC, energia renovável

1.0 INTRODUÇÃO

O elo em corrente contínua Graça Aranha – Silvânia (bipolo Nordeste I) planejado para o ano 2028, complementado por um conjunto de reforços de transmissão em corrente alternada (CA), deverá aumentar a capacidade de exportação total da região Norte/Nordeste em aproximadamente 10 GW.

Um dos principais diferenciais desse bipolo em relação aos demais, já em operação no Sistema Interligado Nacional (SIN), é a característica da rede de transmissão na qual está inserido, que possibilita a captação de energia proveniente de diferentes regiões do sistema elétrico.

Essa característica peculiar do bipolo de Graça Aranha, de escoar o excedente de energia de uma macrorregião e não necessariamente seguir o despacho regular de uma usina específica, como é o caso dos sistemas em corrente contínua (CC) projetados para escoamento de geração das usinas de Itaipu, Madeira e Belo Monte e a controlabilidade provida pela própria tecnologia CC fazem com que este novo bipolo possa acompanhar a variação horária da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste, trazendo inúmeros benefícios para a operação do sistema interligado.

Nesse sentido, cabe destacar que a região Norte/Nordeste conta com elevada inserção de fontes de geração renovável não controláveis e que há previsão de que a potência instalada do seu parque gerador supere em até quatro vezes o valor de sua carga, até o ano 2028. Nesse cenário, grandes variações na disponibilidade de oferta de geração tenderão a provocar significativas variações de fluxo nas interligações dessa região com as demais, tornando a operação do sistema mais complexa.

Tais variações podem ocorrer em escala intra-diária, como consequência da variabilidade de geração solar prevista para esse horizonte de tempo, por exemplo, ou, até mesmo, em escala horária e intra-horária, em virtude de variações de geração de menor previsibilidade associada.

Nesse contexto, de complexa operação do SIN, é desejado que se disponha de uma rede de transmissão flexível e cada vez mais controlável, que possibilite a otimização da distribuição de fluxos e uma maior eficiência operativa.

Este trabalho visa demonstrar que a expansão da transmissão via elos em corrente contínua (CC), como o bipolo Graça Aranha – Silvânia, é a melhor solução para atendimento ao objetivo acima referido, em função da elevada controlabilidade que estes elementos agregam para a rede CA em que estão inseridos.

Este trabalho inicia com uma breve explicação da concepção do bipolo Nordeste I. Em seguida, demonstra-se que a operação do futuro Sistema Interligado Nacional (SIN) será desafiadora, dado que surgem potenciais problemas como fluxo circulante (*loop flow*) ou operação desotimizada. Estes conceitos serão apresentados e, posteriormente, exemplificados, para diferentes cenários. Na conclusão desta primeira etapa, verifica-se que estes problemas podem ser eliminados a partir de medidas operativas, tais como o ajuste do *setpoint* de potência transmitida pelo bipolo, em

função dos diferentes valores de exportação da região Nordeste e/ou outras variáveis de interesse, e até mesmo a partir da implantação de sistemas de controle de atuação automática.

Na parte final deste trabalho, apresentam-se alguns benefícios da participação do bipolo de Graça Aranha - Silvânia no desempenho do SIN, como o controle da distribuição de fluxos da rede CA, em condições de grande variação de intercâmbios de energia entre as regiões Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste e o desvio do fluxo para aliviar determinados pontos da rede, seja em condições de emergência ou regime normal de operação.

2.0 VISÃO GERAL DA ORIGEM E BENEFÍCIOS DO BIPOLO NORDESTE I

Tendo identificado a necessidade de expansão da capacidade das interligação entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste [1], foram realizados estudos que harmonicamente, mas em documentos separados, recomendaram a expansão da rede de transmissão com o elo CC Graça Aranha-Silvânia [2] e linhas de transmissão CA em tensão de 500 kV [3][4][5]. A Figura 1 apresenta o conjunto das referidas obras.

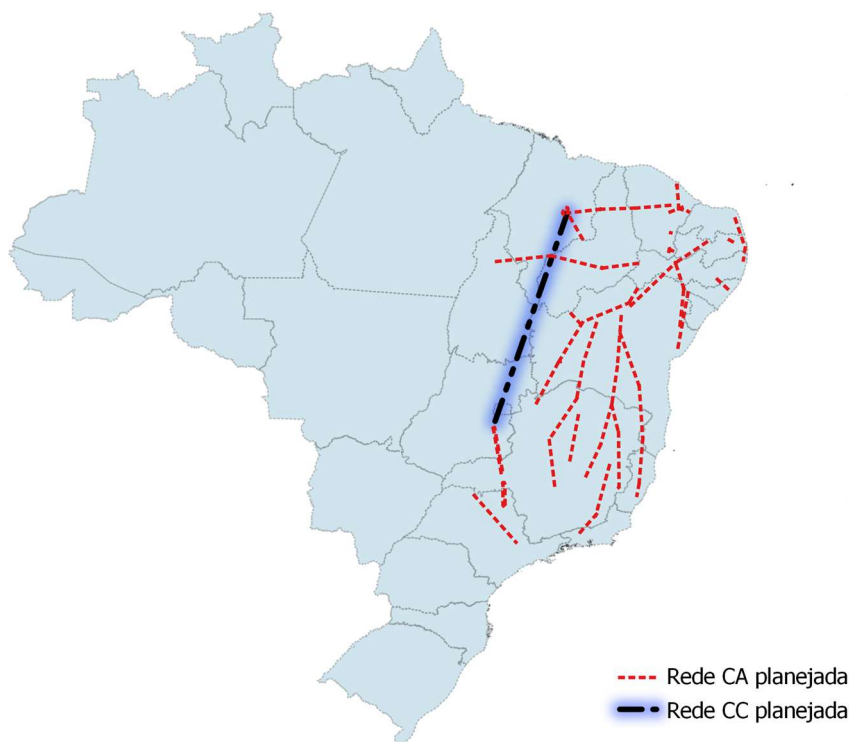


FIGURA 1 – Obras planejadas para 2028 – Bipolo Nordeste I e LT CA 500 kV

Pode-se interpretar a estratégia da expansão recomendada em duas frentes distintas. Por um lado, a expansão do sistema transmissão em 500 kV CA aumenta a margem de conexão de novas usinas, ao mesmo tempo que incrementa a capacidade de exportação da região Nordeste para o Norte e Sudeste/Centro-Oeste. Por outro lado, o bipolo Nordeste I amplia a margem de conexão de novas usinas, mas realiza primordialmente o papel de expansão da interligação regional entre Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste.

Uma das vantagens deste futuro bipolo é justamente sua efetividade na ampliação da capacidade de exportação de energia do Norte/Nordeste, para diferentes cenários de geração, possibilitando aproveitamento ótimo da complementaridade dos recursos energéticos disponíveis nessas regiões. Nota-se que este bipolo é capaz de escoar excedentes de geração preponderantemente provenientes da região Norte no período úmido, da região Nordeste no período seco e de ambas as regiões, nos períodos de transição entre os referidos cenários.

Quanto ao desempenho elétrico do SIN, considerando o bipolo Nordeste I e demais obras associadas, pode-se, de forma sucinta, elencar alguns benefícios da referida expansão planejada:

- ✓ **Reduz riscos e aumenta a segurança operativa do sistema**, à medida que agrega ganhos expressivos de capacidade para as interligações;
- ✓ **Proporciona maior flexibilidade** para a gestão dos recursos energéticos interligados;

- ✓ **Mitiga impactos das interações *multi-infeed***, à medida que os pontos de conexão selecionados para as conversoras reduzem a previsão de interação do novo bipolo com os demais existentes no SIN (conforme índices preditivos e resultado de desempenho em PSCAD apresentados em [2]);
- ✓ **Proporciona alívio de sobrecargas estruturais verificadas na interligação “Norte-Sul”**, em função de uma melhor distribuição de fluxos na rede;
- ✓ **Provê maior resiliência para o sistema, na ocorrência de perturbações críticas**. Sobre este ponto, cabe destacar duas mensagens importantes: (i) o bloqueio do bipolo Nordeste I não demanda Sistemas Especiais de Proteção, como por exemplo o desligamento de máquinas para alívio de fluxo nas interligações e (ii) este bipolo poderá contribuir, através de sua capacidade de sobrecarga, para a melhora do desempenho do SIN durante a perturbação atualmente mais severa para o sistema, qual seja, o bloqueio do bipolo Xingu-Terminal Rio, reduzindo a necessidade de corte de máquinas para manter a estabilidade do sistema;

Vantagens como flexibilidade, segurança e simplificação operativa serão mais bem detalhadas ao longo deste trabalho.

3.0 OTIMIZAÇÃO DAS INTERLIGAÇÕES COM O BIPOLO NORDESTE I

Antes de apresentar o benefício da flexibilidade que o bipolo Graça Aranha-Silvânia trará ao Sistema Interligado Nacional, é importante ressaltar que a implementação deste bipolo está inerentemente associada a um sistema de geração complexo, que deve apresentar variações de potência desafiadoras, requisitando atenção do operador do sistema para evitar fluxos circulantes ou operação desotimizada, problemas estes que são abordados a seguir.

3.1 Avaliação sobre fluxos circulantes

A conversora de Graça Aranha está inserida em um ponto da rede de transmissão que serve para o escoamento de diversas fontes de energia, tanto da região Nordeste quanto da região Norte, e está inserida numa rede extremamente malhada, o que é um fator muito positivo, mas que, por outro lado, exige uma atenção especial para que seja evitada operação desotimizada do Sistema Interligado Nacional. Tal condição pode acontecer quando o *setpoint* de potência definido para o bipolo Nordeste I implicar em condição de maior perda elétrica para a rede de transmissão.

Para caracterizar melhor o problema, será apresentada a diferença entre os conceitos de fluxo circulante – conhecido como *loop flow* – e operação desotimizada. As duas condições devem ser evitadas, pois implicam no aumento de perdas elétricas, sendo que a primeira é mais indesejada, enquanto a segunda pode ter alguma motivação prática que a justifique, como por exemplo aumentar a segurança operativa.

O fluxo circulante no sistema de transmissão ocorre quando, entre duas regiões, conectadas por troncos paralelos de transmissão CA e transmissão CC, o fluxo segue em um sentido, no tronco CC, e no sentido oposto, no tronco CA.

Já a operação desotimizada é uma condição operativa coerente, sem fluxo circulante, mas com perdas elétricas passíveis de redução.

Na Figura 2 é apresentado um diagrama que ilustra uma operação com fluxo circulante (*loop flow*), no qual são indicados, de forma simplificada, os quatro troncos de interligação que conectam as regiões Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste. Neste conjunto de linhas de transmissão há dois troncos em corrente contínua e dois troncos em corrente alternada. Os elos CCAT conectam a subestação Xingu ao Sudeste por dois bipolos e a subestação Graça Aranha ao Centro-Oeste por um bipolo. Paralelo a estes bipolos há dois troncos em corrente alternada em 500 kV, sendo que o de maior capacidade, conecta a região Nordeste ao Sudeste (NE-SE), e outro de menor capacidade, conecta a região Norte ao Sudeste (N-S).

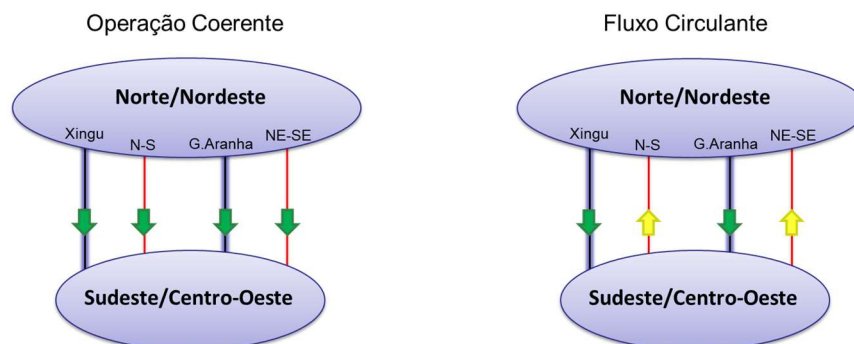


FIGURA 2 – Sentido dos fluxos em operação coerente e com fluxo circulante

Feita esta introdução, pode-se demonstrar no Sistema Interligado Nacional alguns circuitos que auxiliam a caracterizar essas condições operativas de fluxo circulante. Como exemplo, apresenta-se um caso de carga leve, no período úmido, com elevada geração hidráulica no Norte e baixa geração eólica no Nordeste.

Na Figura 3.a apresenta-se a operação em *loop flow*, na qual os fluxos nos bipolos estão no sentido de Norte/Nordeste para o Sudeste e o fluxo nas interligações em corrente alternada (Norte-Sudeste e Nordeste-Sudeste) estão no sentido de Sudeste para Norte/Nordeste. Esta configuração de operação apresenta circulação de energia pela rede de corrente contínua e pela rede em corrente alternada, que segue em paralelo.

Tal condição de fluxo circulante ocorreu, neste cenário, devido unicamente à elevação indevida dos fluxos nos bipolos, o que poderia ser corrigido com a redução do *setpoint* de potência nos elos CC.

Na Figura 3.b apresenta-se a operação coerente esperada. Nesta condição, os bipolos Xingu-Estreito e Xingu-Terminal Rio estão mais carregados que o bipolo Graça Aranha-Silvânia, visto que a geração da região Norte é bem superior à da região Nordeste neste cenário e, por tratar-se do patamar de carga leve, a exportação total do Norte/Nordeste está reduzida em relação ao máximo de sua capacidade.

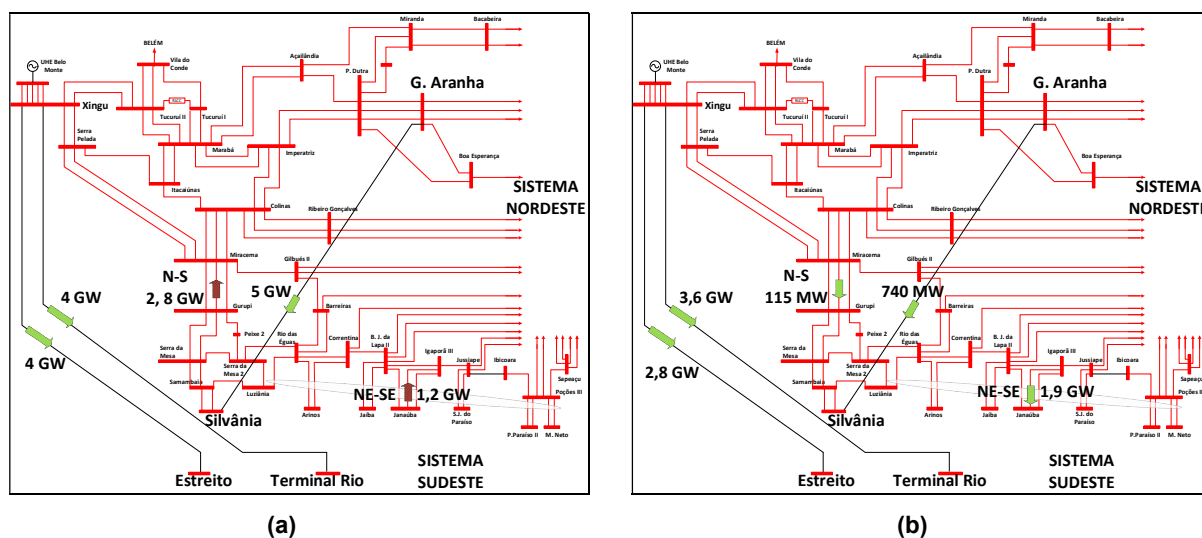


FIGURA 3 – Diagrama interligações Norte-Nordeste-Sudeste: (a) *loop flow*; (b) operação coerente

3.2 Operação desotimizada

Quanto à operação desotimizada, isto é, com maiores perdas elétricas, apresenta-se a seguir um cenário do período seco. O objetivo deste cenário é demonstrar que o ajuste do *setpoint* de potência nos bipolos de Graça Aranha e de Xingu alteram as perdas elétricas e podem interferir no sentido dos fluxos das linhas de transmissão em corrente alternada na vizinhança das conversoras, como por exemplo nos circuitos em 500 kV de Miracema – Colinas – Imperatriz - Presidente Dutra - Graça Aranha. Outra observação é que o sentido do fluxo nestas linhas de transmissão em 500 kV pode não ser o fator que define o melhor ponto de operação da rede elétrica, como se pretende demonstrar no exemplo a seguir.

De forma a tornar mais compreensível o cenário utilizado como exemplo, apresenta-se, na Figura 4, um diagrama esquemático das interligações Norte-Nordeste-Sudeste com a indicação do sentido dos fluxos nos principais agrupamentos de interligação.

A única diferença entre os casos otimizado e desotimizado foi a redefinição dos *setpoints* de potência dos bipolos de Xingu e Graça Aranha.

A questão em destaque neste diagrama é a diferença no sentido do fluxo na LT 500 kV Colinas-Imperatriz e na LT 500 kV Imperatriz – Presidente Dutra (representada no diagrama pela ligação Imperatriz-Nordeste). Neste cenário, o ponto de operação de menor perda elétrica coincide com fluxo no sentido de Colinas para Imperatriz e de Imperatriz para Presidente Dutra (indicado por setas verdes), o que pode parecer contraintuitivo sob a ótica geográfica, visto que a região Nordeste exporta energia para a região Sudeste e Norte. Compreende-se, entretanto, que essa é uma condição operativa possível ao se observar que há circuitos paralelos que levam energia do Nordeste à subestação de Graça Aranha, onde se conecta o novo elo CC, que representa um caminho de mais baixa impedância para escoamento do fluxo para a região Sudeste, quando comparado à própria rede CA composta pelo eixo Imperatriz – Colinas – Miracema – Gurupi - Serra da Mesa, conhecido como “Norte-Sul”.

Raciocínio análogo pode ser estendido ao fluxo entre Miracema e à região Norte (indicado por seta verde), nesta mesma condição operativa, dada a existência de linhas que conectam a subestação de Miracema com as

retificadoras dos bipolos de Xingu, que também compõem caminho de menor impedância para escoamento do fluxo em direção à região Sudeste, quando comparado à rede CA composta pelo eixo Miracema – Gurupi - Serra da Mesa, base da interligação “Norte-Sul”.

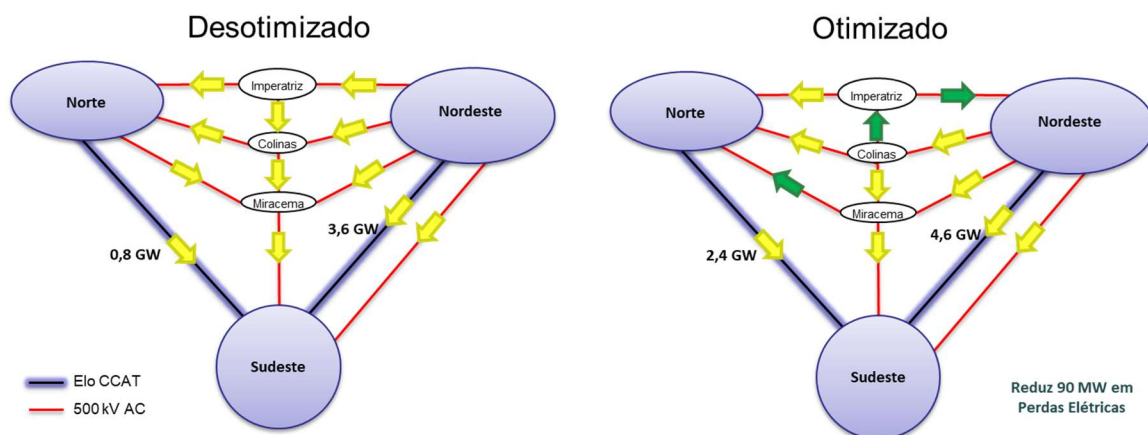


FIGURA 4 – Exemplo de sentido de fluxos desotimizado e otimizado nas interligações - período seco

Na figura 5, apresentam-se os fluxos exibidos acima, para os agrupamentos de interligação, abertos por linha de transmissão.

Na Figura 5.a, os fluxos estão intuitivamente com sentidos muito coerentes entre si.

Observa-se, na Figura 5.b, que com um aumento de 1.000 MW no *setpoint* de potência do bipolo Graça Aranha e 1.600 MW no *setpoint* dos bipolos de Xingu há modificação no sentido dos fluxos nas linhas transmissão em corrente alternada próximas às conversoras, o que intuitivamente poderia parecer uma condição pior à anterior, mas que, na verdade, provoca uma otimização operativa, com redução de 90 MW nas perdas elétricas.

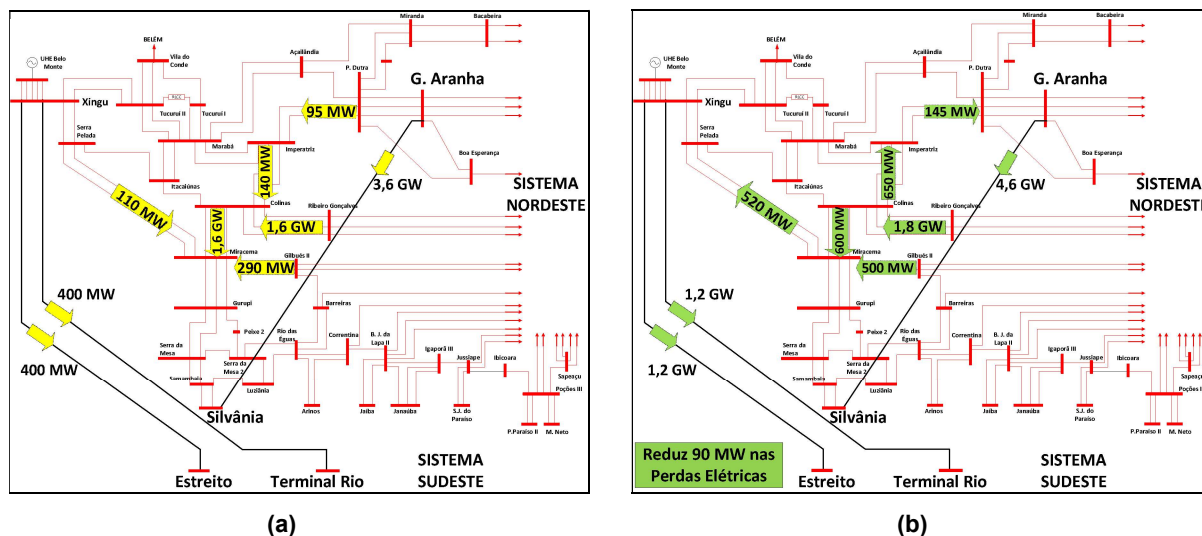


Figura 5 – Diagrama interligações Norte-Nordeste-Sudeste: (a) desotimizado; (b) otimizado

3.3 Modulação Diária do Bipolo Nordeste I

O elo CC Graça Aranha-Silvânia tem o objetivo de aumentar a capacidade de exportação total da região Norte/Nordeste, sem, contudo, estar associado a uma grande usina, como os bipolos de Itaipu e Madeira. Os bipolos Xingu-Estreito e Xingu-Terminal Rio tem características similares ao bipolo Graça Aranha-Silvânia, pois estão imersos em uma rede malhada.

Uma diferença relevante entre os bipolos de Xingu e o de Graça Aranha é que aqueles escoam majoritariamente a energia da uma grande usina, a UHE Belo Monte, durante alguns meses do período úmido. Por outro lado, a transmissão do bipolo de Graça Aranha-Silvânia não está associada a nenhuma usina específica.

Esta característica peculiar do bipolo de Graça Aranha, isto é, de escoar o excedente de energia de uma região e não seguir o despacho regular de alguma usina, faz com que a operação deste bipolo possa acompanhar a variação

horária de exportação da região Norte/Nordeste. Esta variação está intrinsecamente associada à característica das fontes renováveis locais. A região Norte/Nordeste tem grande montante de fontes não controláveis, tendo como exemplo mais emblemático a fonte solar, que tem variações máximas no mesmo dia. Portanto, com a previsão de ter uma carga aproximadamente quatro vezes menor que a capacidade instalada do parque gerador, no ano 2028, grandes variações na geração de energia da região Norte/Nordeste tenderão a provocar significativas variações de fluxo nas interligações regionais.

Dando sequência ao exposto anteriormente sobre fluxos circulantes e otimização do despacho nos bipolos, apresenta-se, a seguir, o benefício da participação do bipolo de Graça Aranha em condições de grande variação horária dos intercâmbios de energia da região Norte/Nordeste com Sudeste/Centro-Oeste.

Toma-se como exemplo a transição da carga leve para a carga média em um dia do período seco do ano 2028. Assumindo o acréscimo expressivo da geração solar entre o patamar de carga leve e média, e a disponibilidade das usinas hidráulicas, térmicas e eólicas da região Norte/Nordeste, pode-se avaliar uma condição em que o bipolo de Graça Aranha deverá participar ativamente na otimização operativa do sistema de transmissão.

No caso estudado, apresenta-se a elevação de aproximadamente 10 GW na exportação da região Norte/Nordeste para a região Sudeste/Centro-Oeste, em função de um acréscimo de 9 GW na carga da região Norte/Nordeste acompanhado pelo acréscimo de 20 GW na geração local.

A Figura 6 apresenta os montantes e sentido dos fluxos nas interligações regionais Norte/Nordeste para Sudeste/Centro-Oeste. Importante notar que os bipolos acomodam 50% da variação de intercâmbio regional neste cenário, isto é, do acréscimo de 10 GW nas interligações regionais, 5 GW foram alocados nos bipolos de Xingu e Graça Aranha, sendo que o bipolo mais acionado foi o bipolo de Graça Aranha-Silvânia, iniciando a carga leve com 2 GW e atingindo 5 GW no patamar de carga média.

A participação ativa das conversoras no controle dos fluxos, permite, além da otimização das perdas elétricas, que os fluxos nas linhas de transmissão em corrente alternada apresentem pequenas variações, minimizando intervenções em inúmeros equipamentos dos Sistema Interligado Nacional para controle de tensão. Deste modo, apesar da interligação em corrente contínua transmitir 5 GW adicionais no patamar de carga média, observa-se que as linhas de transmissão em 500 kV CA das interligações sofreram uma variação média de apenas 270 MW.

Com isso, conclui-se que a controlabilidade de fluxos proporcionada pelos elos em corrente contínua é uma importante característica para garantir maior flexibilidade operativa no contexto do aumento da inserção de fontes renováveis de energia no SIN.

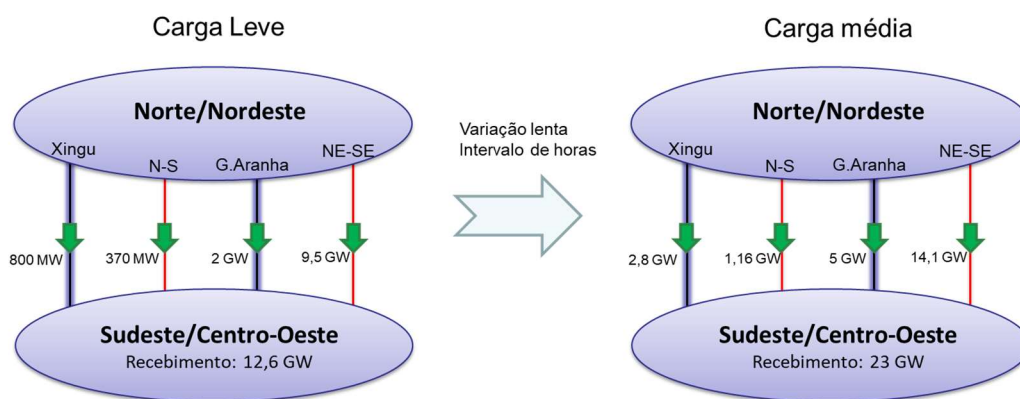


Figura 6 – Exemplo de variação diária de fluxos nas interligações Norte-Nordeste-Sudeste

3.4 Flexibilidade operativa para a região Nordeste

O controle do fluxo de potência que será transmitido pelo elo CC Graça Aranha-Silvânia oferece ao operador a capacidade de contornar problemas e otimizar a utilização dos recursos do sistema de transmissão. Esse é mais um benefício proporcionado pelo bipolo Nordeste I ao SIN, que será abordado a seguir.

Um exemplo de flexibilidade oferecida pelo bipolo Nordeste I é a manutenção do perfil de tensão na região metropolitana de Salvador-BA. Essa capital é um importante centro de carga e está localizada próximo a um eixo da interligação regional Nordeste-Sudeste. Por isso, pode ser razoável em determinados cenários de carga pesada, o desvio de fluxo de potência do eixo NE-SE para o bipolo Graça Aranha-Silvânia, a despeito de eventuais aumentos nas perdas elétricas do SIN que possam ocorrer. Este procedimento funcionaria como um *bypass*, posto que permitiria coletar a energia dos estados acima da Bahia, com entrega às cargas das regiões Sudeste/Centro-Oeste, contornando a região metropolitana de Salvador, no estado da Bahia.

A Figura 8 apresenta os fluxos das interligações entre as regiões Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste para este caso exemplo. É importante destacar o fluxo que chega até a conversora de Graça Aranha que é composto por 3.950 MW, provenientes da região Norte, aproximadamente equivalente à capacidade indisponível do bipolo Xingu-Estremo e mais 1 GW proveniente da região Nordeste.

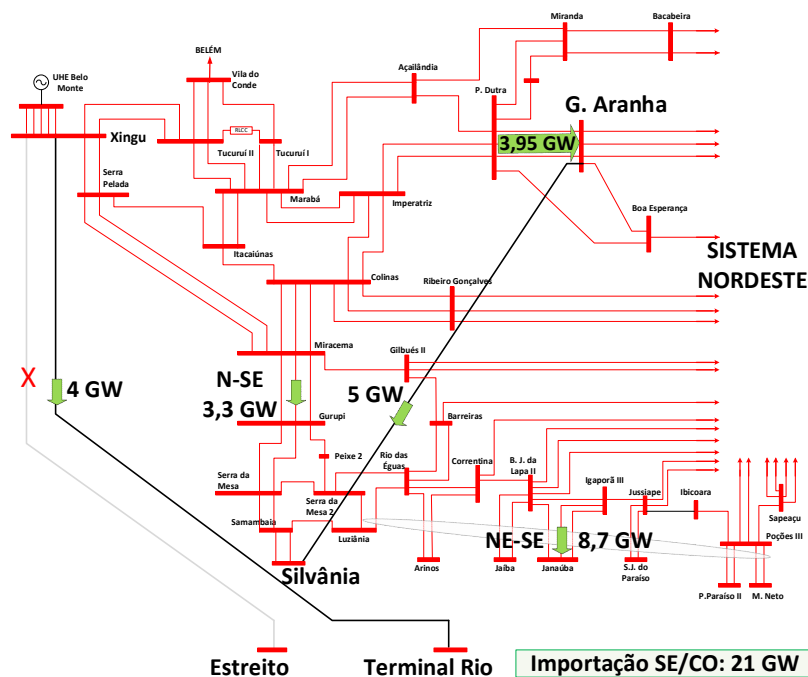


Figura 8 – Diagrama interligações Norte-Nordeste-Sudeste – Indisponibilidade do bipolo Xingu-Estreito

Por fim, ressalta-se que neste cenário, mesmo com o bloqueio do bipolo Nordeste I, que carrega 5 GW, nenhum esquema especial de proteção deve ser necessário para manter a estabilidade eletromecânica. Por outro lado, o bloqueio do bipolo Xingu-Terminal Rio exigiria o desligamento de 6 máquinas da UHE Belo Monte. Este esquema de proteção já está em operação e não é uma implicação pela entrada em operação do bipolo Nordeste I.

7.0 CONCLUSÕES

Foi demonstrado ao longo deste trabalho que o bipolo Nordeste I apresenta adequado desempenho e permite, com sua estratégica localização, escoar energia renovável tanto da região Nordeste, quanto da região Norte do país, agregando flexibilidade operativa para o sistema.

Além de citar vários benefícios agregados ao sistema pelo bipolo Nordeste I, características como possibilidade de modulação diária de potência para simplificar operação e controle do fluxo de potência para manutenção de margem de segurança elétrica foram detalhadamente demonstradas neste trabalho.

Conclui-se, portanto, que a implementação do bipolo Nordeste I está inerentemente associada a um sistema complexo, que deve apresentar variações de potência desafiadoras, provocando, por isso, mudanças de paradigma na operação elétrica.

Demonstra-se que a controlabilidade provida por este equipamento servirá como um importante recurso operacional, permitindo uma operação centralizada mais simples e eficiente da rede CA na qual será inserido.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. EPE-DEE-NT-072-2021-rev0 – Expansão das Interligações Regionais - Diagnóstico Inicial. Brasil.
- [2] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. EPE-DEE-RE-018-2022-rev3 – Estudo de expansão das interligações regionais – Parte II: Expansão da capacidade de exportação da região Norte/Nordeste. Brasil.
- [3] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. EPE-DEE-RE-148-2021-rev3 – Estudo de escoamento de geração na região Nordeste – Volume 1: Área Sul. Brasil.
- [4] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. EPE-DEE-RE-014-2022-rev0 – Estudo de escoamento de geração na região Nordeste – Volume 2: Área Norte. Brasil.
- [5] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. EPE-DEE-RE-015-2022-rev1 – Estudo de escoamento de geração na região Nordeste – Volume 3: Área Leste. Brasil.

DADOS BIOGRÁFICOS



Tiago Campos Rizzotto, engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal e Uberlândia em 2007; mestre em engenharia elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2016. É Analista de Pesquisa Energética desde 2008 na Empresa de Pesquisa Energética – EPE, onde realiza estudos de desempenho elétrico voltados para o planejamento da expansão de sistemas de transmissão de energia elétrica com ênfase em estabilidade eletromecânica.

(2) **THAÍS PACHECO TEIXEIRA**
Mestre em Engenharia Elétrica pela UFRJ, com especialização em Gerenciamento de Projetos pela PUC Minas. Atua há dez anos no setor elétrico, tendo trabalhado em empresa de projetos de engenharia, no Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e, atualmente, na Empresa de Pesquisa Energética (EPE), coordenando os grupos de Base de Dados e Estudos de Interligações Regionais.

(3) **RODRIGO RODRIGUES CABRAL**
Rodrigo Rodrigues Cabral engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal Fluminense em 2011; mestre em engenharia elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ) em 2015. É Analista de Pesquisa Energética desde 2013 na Empresa de Pesquisa Energética – EPE onde desempenha atividades relacionadas ao planejamento da expansão de sistemas de transmissão de energia.